

Docket No.: 4006-282



PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of : ATTN: MAIL STOP ISSUE FEE  
Jia-Xing LIN *et al.* : Confirmation No. 2479  
U.S. Patent Application No. 10/780,589 : Group Art Unit: 2812  
Filed: February 19, 2004 : Allowed: August 19, 2005  
For: METHOD OF FORMING POLY-SILICON CRYSTALLIZATION : Examiner: Calvin Lee

**TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

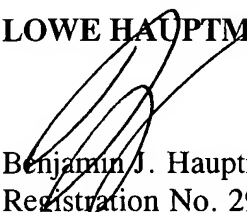
Sir:

At the time the above application was filed, priority was claimed based on *Taiwanese Application No. 092136606, filed December 23, 2003*. A certified copy of the priority application is attached hereto.

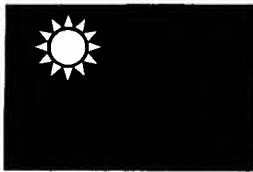
A Priority Acknowledgement confirming receipt of the priority document is hereby requested.

Respectfully submitted,

**LOWE HAUPTMAN & BERNER, LLP**

  
Benjamin J. Hauptman  
Registration No. 29,310

1700 Diagonal Road, Suite 300  
Alexandria, Virginia 22314  
(703) 684-1111 BJH/klb  
(703) 518-5499 Facsimile  
Date: September 27, 2005



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder

申請日：西元 2003 年 12 月 23 日  
Application Date

申請案號：092136606  
Application No.

申請人：財團法人工業技術研究院  
Applicant(s)

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

局長  
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2004 年 3 月  
Issue Date

發文字號：09320198350  
Serial No.

申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

# 發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	多晶矽之結晶形成方法
	英文	Method of Forming Poly-silicon Crystallization
二、 發明人 (共3人)	姓名 (中文)	1. 林家興 2. 陳麒麟 3. 陳昱丞
	姓名 (英文)	1. LIN, JIAXING 2. CHEN, CHILIN 3. CHEN, YUCHENG
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW 3. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	1. 板橋市翠華街12巷2-2號3樓 2. 新竹市明湖路648巷79號4樓 3. 台北縣新店市五峰路48巷2-4號5樓
	住居所 (英文)	1. 3F, NO. 2-2, LANE 12, TSUI HUA ST., PAN CHIAO CITY 2. 4F, NO. 79, LANE 648, MING HU RD., HSINCHU CITY 3. 5F, NO. 2-4, LANE 48, WU FENG RD., HSINTIEN CITY, TAIPEI
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	1. 財團法人工業技術研究院
	名稱或 姓名 (英文)	1. INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中文)	1. 新竹縣竹東鎮中興路四段195號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1. NO. 195, SEC. 4, CHUNG-HSING RD., CHUTUNG TOWN, HSINCHU HSIEN, TAIWAN, R.O.C.
	代表人 (中文)	1. 翁 政 義
代表人 (英文)	1. WENG, CHENGI	



四、中文發明摘要 (發明名稱：多晶矽之結晶形成方法)

一種多晶矽之結晶形成方法，係為在基板上先形成非晶矽層，再於非晶矽層上的部份區域依序形成保護層與反射層堆疊，其中反射層係為可反射雷射的金屬材質，而保護層則可阻絕金屬污染。在後續進行準分子雷射加熱以使非晶矽層發生結晶時，位於保護層與反射層堆疊下方之非晶矽層會先產生結晶成核點。然後再橫向擴展結晶範圍，使非晶矽層能長出微米等級且規則排列之晶粒而轉變為多晶矽層。

本案若有化學式，請揭示最能顯示發明特徵的化學式

五、英文發明摘要 (發明名稱：Method of Forming Poly-silicon Crystallization)

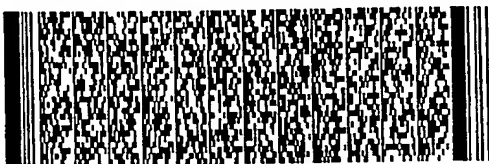
An amorphous silicon layer is formed on a substrate, and then a protective layer and a reflective layer are formed in turn to form a film stack on portions of the amorphous silicon layer. The reflective layer is a metal layer with reflectivity of laser, and the protective layer is able to prevent metal pollution. When an excimer laser heating is performed to crystallize the



四、中文發明摘要 (發明名稱：多晶矽之結晶形成方法)

五、英文發明摘要 (發明名稱：Method of Forming Poly-silicon Crystallization)

amorphous silicon, nucleation sites are formed in the amorphous silicon layer under the film stack of the protective layer and the reflective layer. Next, laterally expanding crystallization is occurred in the amorphous silicon layer to form poly-silicon having grains with size of micrometer and fine order.



六、指定代表圖

(一)、本案代表圖為：第\_\_\_\_1C\_\_\_\_圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

100：基板

104：保護層

106：反射層

108：開口

109：區域

110：雷射光

112：多晶矽層



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

無

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

無

寄存號碼：

☐熟習該項技術者易於獲得, 不須寄存。



## 五、發明說明 (1)

### 【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種薄膜電晶體之多晶矽薄膜層的製造方法，特別是一種多晶矽的結晶形成方法。

### 【先前技術】

在半導體使用的矽薄膜材料中，多晶矽(poly-silicon)以其特殊的物理性質與低成本的優勢而在近幾年於薄膜電晶體製造上廣受重視，尤其是在薄膜電晶體驅動液晶顯示器(TFT-LCD)的應用上。

由於多晶矽為內含多個單晶邊界的聚集，因此多晶矽薄膜具有的電氣特性(electrical performance)雖優於非晶矽卻低於單晶矽。所以，增大多晶矽之結晶晶粒之粒徑(grain-size)，並使晶界(grain-boundary)數減少，以促進元件特性的提升是現今多晶矽薄膜製造技術中相當重要的發展趨勢。以顯示器技術為例，提高多晶矽薄膜電晶體之電氣特性，以開發出更高性能的平面顯示器，即是目前顯示器技術發展的指標。

以往傳統製造多晶矽薄膜的方法有固相結晶化法(Solid Phase Crystallization; SPC)與直接氣相沉積多晶矽薄膜的方法，其中固相結晶化法由於製程溫度高於玻璃基板的最高承受溫度，而無法適用於平面顯示器製造上，且不論是固相結晶化法或是直接氣相沉積法所形成的多晶矽晶粒皆相當小，粒徑約只有100 nm，因此以這些方法所形成的多晶矽薄膜特性皆不佳。另外，還有金屬誘發結晶法





## 五、發明說明 (2)

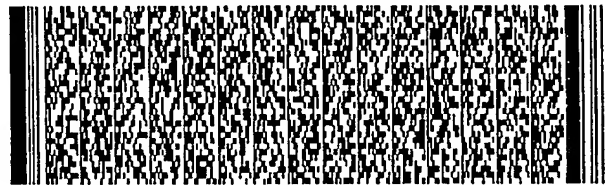
(Metal Induced Lateral Crystallization; MILC)，但是卻也因為會有金屬污染的問題而影響了形成的多晶矽薄膜品質。

現有的多晶矽結晶方法則多以準分子雷射回火(Excimer Laser Anneal)技術為主，雖然利用此技術所得之多晶矽薄膜晶粒之粒徑約有300 nm~600 nm，使多晶矽薄膜中之電子遷移率可達 $200 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 左右，但對於要開發更高性能之平面顯示器仍顯不足。同時，準分子雷射回火技術受限於機台特性而有雷射能量分布不均的問題存在，導致晶粒結晶位置與排列無法控制，進而影響元件之電氣特性，如元件之電子遷移率及元件之臨界電壓(threshold voltage;  $V_{th}$ )的均勻性。

多晶矽薄膜對元件特性之影響，其中結晶粒徑尺寸是直接影響電子遷移率大小的關鍵。多晶矽之晶界存在，以及結晶行為造成的多晶矽層表面不平坦情形，皆會導致臨界電壓增加、電子遷移率降低、漏電流增加以及元件穩定性降低…等現象。因此在形成多晶矽結晶時，除了試圖增加結晶粒徑尺寸以減少晶界數目之外，控制晶粒結晶粒徑分佈的均勻性與方向規則性以減小元件通道內之晶界效應，以及增加多晶矽層表面平坦化效果，皆是足以提升元件電氣特性的方法。

### 【發明內容】

本發明之目的之一是在提供一種多晶矽的結晶形成方法，



### 五、發明說明 (3)

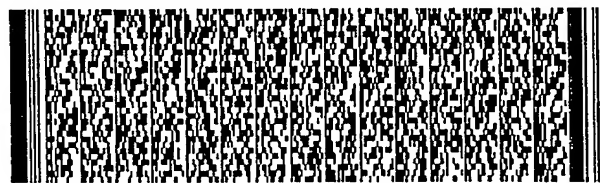
並可應用在多晶矽薄膜電晶體之製造上。另外，本發明亦提供一種可控制結晶位置與晶粒成長的方法，並同時達到多晶矽層表面平坦化之效果，以提高元件特性。

利用具有可反射雷射光特性之金屬材質作為反射層，以阻擋雷射能量傳至部分非晶矽層區域，而製造出非晶矽層上的溫度梯度分佈，誘發結晶之橫向成長發生以產生微米等級且排列規則的多晶矽。同時，並利用可阻絕金屬污染的保護層防止金屬擴散至非晶矽層。

根據上述之目的，本發明提出一種可良好控制多晶矽結晶的方法。依照本發明一較佳實施例為在基板上先形成一非晶矽層，接著依序形成一保護層與一反射層堆疊，並對保護層與反射層堆疊圖形化以形成一開口，開口處曝露出非晶矽層的表面。然後，進行雷射加熱製程，使非晶矽層進行結晶。其中，反射層為選用對雷射具有反射能力之材質，用以阻擋雷射能量傳至部分非晶矽層。而保護層則選用可阻絕金屬污染的非金屬材質。

對非晶矽層而言，位於開口中的區域將直接吸收雷射能量呈高溫熔融態，而其他受反射層覆蓋的區域則無法完整吸收雷射能量，故相較於開口處呈現較低溫狀態。所以非晶矽層的結晶行為會由有反射層覆蓋的區域開始長出晶種，然後漸往開口處方向橫向成長。如此可得結晶粒徑至微米等級且排列規則的多晶矽。

依照本發明之另一較佳實施例為在基板上先形成一非晶矽層，接著依序形成一保護層與一反射層堆疊，並對保護層



#### 五、發明說明 (4)

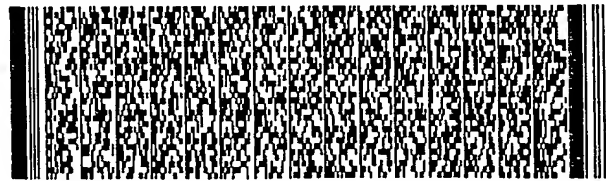
與反射層堆疊圖形化以形成一開口，開口處曝露出非晶矽層的表面。然後，進行第一次雷射加熱製程，使非晶矽層進行結晶。其中，反射層為選用對雷射具有反射能力之材質，用以阻擋雷射能量傳至部分非晶矽層。而保護層則選用可阻絕金屬污染的非金屬材質。於是，非晶矽層由有反射層覆蓋的區域開始長出晶種，然後晶粒漸往開口處方向橫向成長，而得一多晶矽層。

接著，將保護層與反射層移除，再進行第二次雷射加熱製程，使形成的多晶矽層進行再次結晶，以使多晶矽層結晶更為完全，且達到多晶矽層表面平坦化之效果。最後，即可得結晶粒徑至微米等級且排列規則的平坦多晶矽層。

依照本發明之方法，不僅可形成晶粒至微米等級的多晶矽層，同時亦可藉由控制結晶位置與晶粒成長方向，而形成晶粒排列規則的多晶矽層，並結合薄膜電晶體製造，控制橫向成長之晶粒出現於元件通道區位置。因而大幅降低元件通道區內電子須跨越的晶界數，得以大幅提升薄膜電晶體之電子遷移率。

除此之外，由於本發明使用了保護層之設計，亦可避免有金屬污染的疑慮，加上配合二次雷射加熱製程，亦能在形成多晶矽結晶之同時，達到多晶矽層表面平坦化之效果。基於上述本發明之優點，故更可利用本發明之方法製作出電氣特性得以提升且元件品質佳的薄膜電晶體元件。

#### 【實施方式】

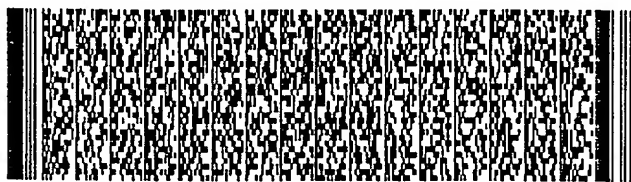


## 五、發明說明 (5)

本發明係一種多晶矽薄膜的結晶形成方法，利用可反射雷射光源的金屬材質作為反射層，於特定位置選擇性地阻擋雷射能量，將此金屬材質的反射層與一可隔絕金屬污染的保護層覆蓋於部分非晶矽層上方，以反射層阻擋雷射能量傳至部分非晶矽層上。因此在進行雷射結晶製程時，未被反射層覆蓋的非晶矽層區域因吸收雷射能量而呈高溫熔融態，有反射層覆蓋的非晶矽層區域便因無法完整吸收到雷射能量而成為相對低溫區域。利用在非晶矽層上形成明顯的高低溫度分佈，並藉由低溫區誘發結晶晶種形成以控制晶粒成長位置，然後以溫度差作為驅動力，控制結晶的方向為由低溫區往高溫區橫向成長，因而可獲得結晶粒徑較大且方向排列規則的多晶矽層。另外，並可配合再次雷射結晶製程，更進而達到使多晶矽層表面平坦化的效果。以下將以實施例對本發明之方法加以詳細說明。

### 實施例1

本發明揭露了一種多晶矽薄膜層的結晶方法。參照第1A圖，首先於基板100上製作一層非晶矽層102，上述基板100的材質在顯示器應用上可以是玻璃基板，而非晶矽層102的製造方式可為電漿輔助化學氣相沉積(Plasma Enhanced Chemical Vapor Phase Deposition; PECVD)或是物理氣相沉積(Physical Vapor Deposition; PVD)，所沉積的非晶矽層102厚度較佳約為50 nm。同時並將非晶矽層102進行去氫步驟，以利後續的雷射製程不會出現氫爆



## 五、發明說明 (6)

的現象。

接著，分別依序形成一保護層104與一反射層106於非晶矽層102之上，保護層104位於反射層106與非晶矽層102之間，用以保護非晶矽層102不會受到反射層106的金屬所污染，保護層104為可隔絕金屬擴散之非金屬材質，例如可為氧化矽，厚度較佳約為100 nm。而反射層106則選擇具有可反射雷射光源特性的金屬材質，例如可為鉬鎢化合物(MoW)，用以阻擋雷射能量傳至非晶矽層102，反射層106厚度較佳約為100 nm。

然後，參照第1B圖，以一般的黃光蝕刻製程對保護層104以及反射層106同時進行圖形化的步驟，以形成開口108，於開口108位置暴露出非晶矽層102。

最後，參照第1C圖，利用準分子雷射方法進行雷射結晶製程，其中位於開口108中的非晶矽層102可直接吸收雷射光110的能量而呈高溫熔融態。其他被反射層106與保護層104所覆蓋的區域109，則因為有反射層106可反射雷射光110，而阻擋了部分雷射能量傳至非晶矽層102，因此在區域109的非晶矽層102則因無法完整吸收到雷射能量，而相對於開口108位置，成為較低溫區。這裡的雷射製程條件較佳為使用XeCl紫外光源的準分子雷射，且雷射能量較佳約為330~450 mJ/cm<sup>2</sup>。

由於上述結構的設計，控制非晶矽層102具有吸收雷射能量程度不同的區域分佈，而於非晶矽層102上形成高低溫度差分佈。位於開口108中的非晶矽層102為高溫區，位於



#### 五、發明說明 (7)

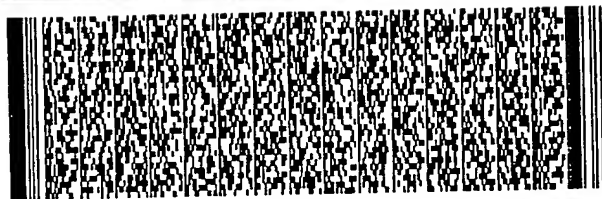
其他區域109的非晶矽層102則為低溫區。利用低溫區誘發結晶成核點(nucleation site)形成，然後結晶漸漸由低溫區往高溫區的方向進行橫向成長，亦即非晶矽層102的結晶行為係控制由區域109產生晶種，而後漸往開口108方向橫向成長。如此可得到超級橫向成長(Super Lateral Growth; SLG)的多晶矽層112，且超級橫向成長之晶粒將可控制出現於開口108中的多晶矽層112。其微觀結構可見第4圖之多晶矽層的剖面局部放大示意圖。

以此實施例的製作方法不僅可達到多晶矽層400（即多晶矽層112）之晶粒410的粒徑尺寸為微米( $\mu\text{m}$ )等級，同時可控制結晶位置與結晶成長方向使得結晶排列更為規則，而晶界420的數目也減少了，種種結構上之改良皆可使電子的遷移率大幅增加並有利於後續應用製作之元件特性的提昇。

#### 實施例2

另外一種多晶矽薄膜層的結晶方法，除了同樣使用具有反射雷射光特性的反射層，以及隔絕金屬污染的保護層之結構設計外，更配合上二次雷射結晶製程，以形成另一種可同時控制結晶行為並達到多晶矽層表面平坦化效果的結晶方法。

參照第2A圖，同樣先於基板200上以電漿輔助化學氣相沉積或是物理氣相沉積方式形成一非晶矽層202，並對非晶矽層202進行去氫步驟，以利後續的雷射製程不會出現氫

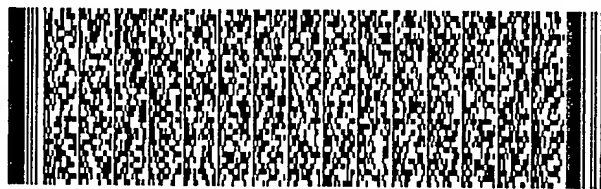
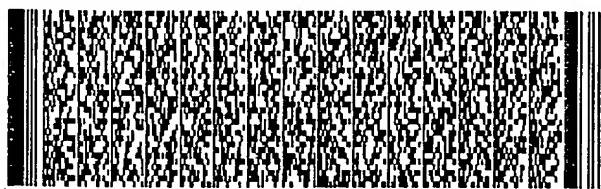


#### 五、發明說明 (8)

爆的現象。其中，基板200的材質例如可為玻璃基板，而非晶矽層202厚度較佳約為50 nm。接著，依序形成一保護層204與一反射層206於非晶矽層202之上，並以一黃光蝕刻製程對保護層204與反射層206進行圖形化定義，形成一開口208，以於開口208中暴露出非晶矽層202。其中保護層204的材質為可隔絕金屬污染之非金屬材質，例如可為氧化矽，厚度較佳約為100 nm。反射層206則選擇具有可反射雷射光源特性的金屬材質，例如可為鉬鎢化合物，反射層206厚度較佳約為100 nm。

參照第2B圖，在形成上述之薄膜層結構之後，利用一準分子雷射方法進行第一次雷射結晶製程，其中位於開口208中的非晶矽層202因直接吸收雷射光210的能量而呈高溫熔融態。其他區域209的非晶矽層202則因為有反射層206的覆蓋，阻擋了部分雷射能量，而無法完整吸收到雷射能量，成為較低溫區。這裡的雷射製程條件同樣較佳為使用XeCl紫外光源的準分子雷射，且雷射能量較佳約為330~450 mJ/cm<sup>2</sup>。

藉由上述第一次雷射結晶製程，控制非晶矽層202形成高低溫度之區域分佈。利用低溫區域209誘發結晶成核點產生，於是非晶矽層202的結晶行為將由低溫區域209逐漸往開口208位置的高溫區方向進行橫向成長。如此可得到超級橫向成長的多晶矽層212，而得到結晶成長至微米等級並規則排列的晶粒出現於開口208中的多晶矽層212。其微觀結構亦可見第4圖之多晶矽層的剖面局部放大示意圖。



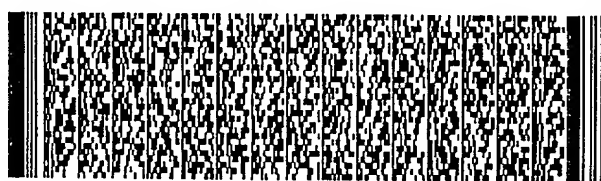
#### 五、發明說明 (9)

接著，參照第2C圖，在進行完第一次雷射結晶製程後，將保護層204與反射層206完全移除，移除的方法較佳可為濕式蝕刻法，以完整暴露出多晶矽層212，而不傷害多晶矽層212的特性。

最後，參照第2D圖，再次利用準分子雷射以進行第二次雷射結晶製程，這次使用的雷射能量條件則相較於第一次雷射製程為低。第二次雷射結晶製程的目的之一在於使多晶矽層212的結晶更為完全，另一目的則為消除多晶矽層212因結晶造成的部分表面突出現象，而達到多晶矽層212表面平坦化之效果。

由於多晶矽層212在第一次雷射結晶製程中，區域209係為反射層206與保護層204所覆蓋，因此容易有結晶不完全甚至部份未結晶的情形出現。為使多晶矽層212的結晶情形更為完整，在移除反射層206與保護層204之後，藉由第二次雷射結晶製程，以較低能量的雷射光210對整個多晶矽層212進行再次熔融結晶，在不破壞已結晶完全的超級橫向成長結晶晶粒之情形下，而讓未完全結晶的部份得以重新結晶完整。

另外，亦能藉由第二次雷射結晶製程，達到使多晶矽層212表面平坦化的效果。由於在第二次雷射結晶製程之前，保護層204的移除步驟除了能將保護層204完整移除外，亦可將多晶矽層212表面的部份自然氧化層與晶格鍵結較弱的部份移除，接著的第二次雷射結晶製程，則可使多晶矽層212的表面部份融化而產生晶格重構，因而降低





## 五、發明說明 (10)

了原本多晶矽層212的表面粗糙程度，達到多晶矽層212表面平坦化的效果，有利於後續應用於元件製作時薄膜堆疊的條件與元件特性。

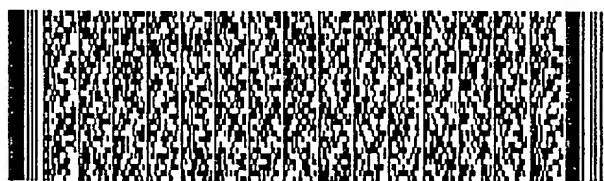
利用上述之結構設計並配合二次雷射結晶製程，最後得到的多晶矽層212，不僅因結晶晶粒至微米等級且晶粒規則排列而使電子遷移率大幅增加，同時亦因提高多晶矽層212表面之平坦度而提昇後續製作元件之元件品質。

經由上述實施例的方法，使用現今多晶矽結晶的準分子雷射製程，僅作薄膜材料及幾何結構上的設計，即可利用非晶矽層上的溫度分佈差異而得到超級橫向成長的結晶晶粒徑。且不論是結晶位置或是結晶排列都能予以良好的控制，如此的結果可進而運用在薄膜電晶體製造上，使多晶矽層的結晶可特別控制在電晶體元件之通道區(channel region)出現粒徑至微米等級且排列規則的晶粒，因而得到電子遷移率更高且電氣特性佳的元件。

例如應用第二實施例的方法，提供一多晶矽薄膜之後，即可直接進行一般薄膜電晶體元件製造的後續流程，而得到一多晶矽薄膜電晶體元件。另外，若是使用第一實施例的方法，則為先將反射層與保護層予以移除後，再接著進行一般薄膜電晶體元件製造的後續流程。

### 實施例3

如上所述，應用本發明之第一實施例或是第二實施例的結晶方法製作薄膜電晶體元件，係採用在多晶矽薄膜形成



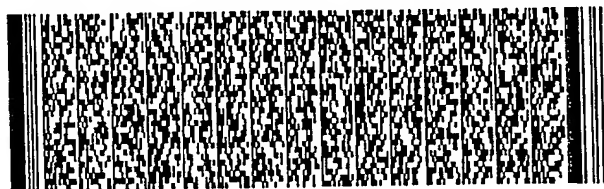
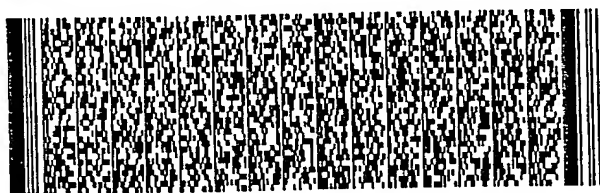
#### 五、發明說明 (11)

後，移除反射層與保護層，以進行一般薄膜電晶體元件的製造流程。但應用本發明製作薄膜電晶體不侷限於須將反射層及保護層移除。

本發明亦提供一種可有效整合薄膜電晶體製造流程之結晶方法，進而完成一上層閘極(top-gate)結構之薄膜電晶體元件。在進行製作薄膜電晶體元件流程時，即運用元件中的薄膜層結構設計，同時達成本發明之多晶矽結晶效果。參照第3A~3D圖，第3A~3D圖係應用本發明之較佳實施例的方法來製作薄膜電晶體之製造流程剖面示意圖。所製作的薄膜電晶體元件係為一上層閘極結構之薄膜電晶體。如第3A圖所示，先形成一非晶矽層302於基板300之上，並對非晶矽層302進行去氫步驟，以利後續的雷射製程不會出現氫爆的現象。其中，基板300例如可為玻璃基板，另外，非晶矽層302的厚度則較佳約為50 nm。接著，使用離子佈植(ion-implantation)的方法，對區域309的非晶矽層302進行離子佈植以定義出源/汲極區(source/drain region)，而區域307的非晶矽層302則為介於源/汲極區之間的通道區。

然後，參照第3B圖，形成一介電層304(Interlayer dielectric; ILD)於非晶矽層302之上，並將介電層304以一黃光蝕刻製程予以圖形化定義出暴露源/汲極區之非晶矽層302的接觸窗口(contact hole) 311，其中介電層304的材料可為氧化矽。

接著，參照第3C圖，形成一源/汲極金屬(source/drain

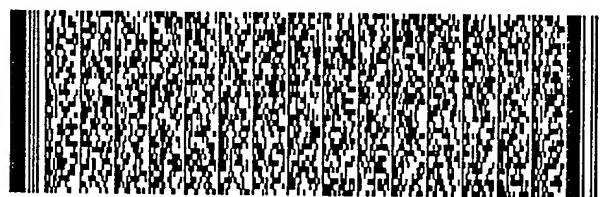
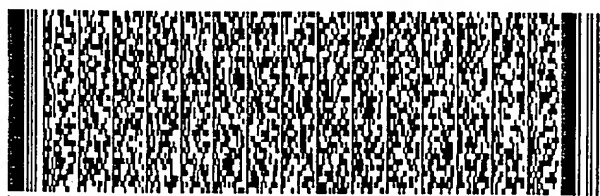


#### 五、發明說明 (12)

metal) 306 於介電層304之上及接觸窗口311中，使源/汲極金屬306能與源/汲極區域309的非晶矽層302相連接。並另以一黃光蝕刻製程同時對源/汲極金屬306與介電層304予以圖形化定義出開口308，以完整暴露出通道區的非晶矽層302。這裡所指的源/汲極金屬306之材質可為導電性佳的金屬材質，如鈦鎢化合物或鋁(Al)，同時，這些金屬材質亦具有可反射雷射光之特性。在源/汲極金屬306形成之後，即利用準分子雷射進行雷射結晶製程。

利用製作完成的介電層304當作類似保護層的作用，用以部份隔絕源/汲極金屬306與非晶矽層302，減少金屬污染。另外，源/汲極金屬306則可直接當作用以阻擋源/汲極區域309之雷射能量的反射層。因此，在雷射結晶過程中，僅有開口308中的非晶矽層302直接吸收完整的雷射能量而呈高溫熔融態，但源/汲極區域309的非晶矽層302則因有源/汲極金屬306對雷射光310的反射作用，阻擋了雷射能量傳遞，而無法完整吸收雷射能量，使源/汲極區域309的非晶矽層302相較於通道區呈現較低溫的狀態。

所以，非晶矽層302的結晶行為將由源/汲極區域309產生晶種，而後由低溫往高溫之方向朝通道區域307進行晶粒橫向成長，這樣一來便可將多晶矽之橫向成長的結晶區域精準控制於通道區域307中，以使通道區域307中出現結晶粒徑至微米等級且排列規則的晶粒分佈，甚至可達趨向單晶矽的成果，其微觀結構可見第4圖之多晶矽層的剖面局部放大示意圖。最後形成具有超級橫向成長晶粒的多晶矽



##### 五、發明說明 (13)

層312(如第3D圖所示)。

參照第3D圖，在雷射結晶完成之後，形成一閘氧化層(gate-oxide)314於開口308中，閘氧化層314材質例如可為氧化矽。接著，再利用物理氣相沉積與黃光蝕刻圖形定義以形成一閘極金屬(gate-metal)316於閘氧化層314之上，閘極金屬316材質可為導電性佳的金屬，如鉬鎢化合物或鋁。如此，即完成一上層閘極結構的多晶矽薄膜電晶體。

由上述本發明之實施例可知，應用本發明之方法可得一結晶控制良好的多晶矽薄膜電晶體，且電子遷移率能因而提升。藉由結晶位置與結晶成長方向的控制，能精確控制出通道區域為大尺寸晶粒且其結晶排列相當規則的多晶矽層，且由於使用非金屬材質的保護層設計而無金屬污染的疑慮。對薄膜電晶體之通道區而言，同時增加多晶矽層之晶粒尺寸至微米等級且控制晶粒排列規則與晶粒成長方向的均一性，皆能大幅降低通道區內電子須跨越的晶界數，因而得以大幅提升薄膜電晶體之電子遷移率。

另外，配合二次雷射結晶製程的應用，更能在提昇結晶品質的同時，亦達到多晶矽層表面平坦化的效果，而提高元件特性。

本發明之結晶方法不僅侷限使用於平面顯示器之薄膜電晶體製造上，任何多晶矽薄膜電晶體驅動元件之製造以及多晶矽薄膜之製作皆可利用本發明之方法而提昇產品效能。雖然本發明已以實施例揭露如上，然其並非用以限定本發



五、發明說明 (14)

明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與修飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。



## 圖式簡單說明

### 【圖式簡單說明】

為讓本發明之上述特徵、方法、目的及優點能更明顯易懂，配合所附圖式，加以說明如下：

第1A~1C圖係依照本發明第一較佳實施例之一種多晶矽薄膜層結晶方法之製造流程剖面示意圖；

第2A~2D圖係依照本發明第二較佳實施例之一種多晶矽薄膜層結晶方法之製造流程剖面示意圖；

第3A~3D圖係應用本發明之較佳實施例的方法來製作薄膜電晶體之製造流程剖面示意圖；以及

第4圖係應用本發明之多晶矽層的剖面局部放大示意圖。

### 【元件代表符號簡單說明】

100、200、300：基板

102、202、302：非晶矽層

104、204：保護層

106、206：反射層

108、208、308：開口

109、209、307、309：區域

110、210、310：雷射光

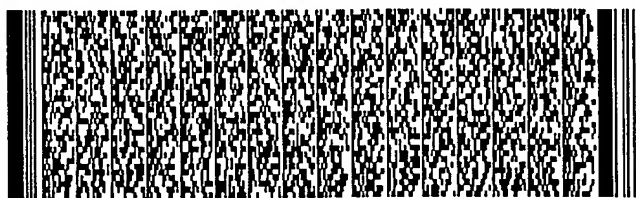
112、212、312：多晶矽層

304：介電層

306：源/汲極金屬

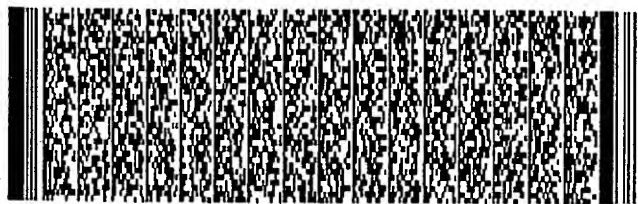
314：閘氧化層

316：閘極金屬



#### 六、申請專利範圍

1. 一種多晶矽的結晶形成方法，該形成方法至少包含：  
形成一非晶矽層於一基板上；  
形成一保護層於該非晶矽層之上；  
形成一反射層於該保護層之上；  
圖案化該保護層與該反射層，以形成一開口暴露出該非晶矽層的表面；以及  
進行一雷射加熱製程，使位於該反射層與該保護層之下的該非晶矽層產生結晶成核點，並往位於該開口中之該非晶矽層進行長晶，使位於該開口中之該非晶矽層能成長出微米等級且排列規則之晶粒而轉變成一多晶矽層。
2. 如申請專利範圍第1項所述之多晶矽的結晶形成方法，其中該非晶矽層的形成方法包含電漿輔助化學氣相沈積法。
3. 如申請專利範圍第1項所述之多晶矽的結晶形成方法，其中該保護層係為可防止金屬擴散之非金屬材質。
4. 如申請專利範圍第3項所述之多晶矽的結晶形成方法，其中該保護層包含氧化矽。
5. 如申請專利範圍第1項所述之多晶矽的結晶形成方法，其中該反射層係為對雷射具有反射能力之金屬材質，用以阻擋該雷射加熱製程之雷射能量傳至被該反射層覆蓋的該



#### 六、申請專利範圍

非晶矽層上。

6. 如申請專利範圍第5項所述之多晶矽的結晶形成方法，其中該金屬材質包含鉬鎢化合物 (MoW)。

7. 如申請專利範圍第1項所述之多晶矽的結晶形成方法，其中該雷射加熱製程所使用之雷射包含XeCl紫外光源的準分子雷射。

8. 如申請專利範圍第1項所述之多晶矽的結晶形成方法，其中該雷射加熱製程之雷射能量約為330~450 mJ/cm<sup>2</sup>。

9. 如申請專利範圍第1項所述之多晶矽的結晶形成方法，於該雷射加熱製程進行之後，更包含：

移除該反射層與該保護層，以完整暴露出該多晶矽層之表面；以及

進行另一雷射加熱製程，使該多晶矽層上未完全結晶的部份再次結晶，並達到使該多晶矽層表面平坦化之效果。

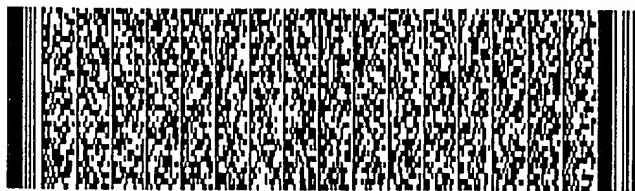
10. 一種多晶矽的結晶形成方法，該形成方法至少包含：

形成一非晶矽層於一基板上；

形成一保護層於該非晶矽層之上；

形成一反射層於該保護層之上；

圖案化該反射層與該保護層，以形成一開口暴露出該非晶





## 六、申請專利範圍

矽層的表面；

進行第一雷射加熱製程，使位於該反射層與該保護層之下的該非晶矽層產生結晶成核點並往位於該開口中之該非晶矽層進行長晶，而該非晶矽層轉變成為一多晶矽層；

移除該反射層與該保護層，以完整暴露出該多晶矽層的表面；以及

進行第二雷射加熱製程，使該多晶矽層上未完全結晶的部份再次結晶，並達到使該多晶矽層表面平坦化之效果，最後得到一粒徑至微米等級、晶粒排列規則且表面平坦的該多晶矽層。

11. 如申請專利範圍第10項所述之多晶矽的結晶形成方法，其中該保護層包含氧化矽。

12. 如申請專利範圍第10項所述之多晶矽的結晶形成方法，其中該反射層係為對雷射具有反射能力之金屬材質，用以阻擋該第一雷射加熱製程之雷射能量傳至被該反射層覆蓋的該非晶矽層上。

13. 如申請專利範圍第12項所述之多晶矽的結晶形成方法，其中該金屬材質包含鉬鎢化合物 (MoW)。

14. 如申請專利範圍第10項所述之多晶矽的結晶形成方法，其中該第一雷射加熱製程與該第二雷射加熱製程所使



#### 六、申請專利範圍

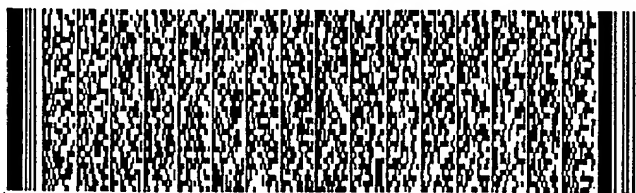
用之雷射包含XeCl紫外光源的準分子雷射。

15. 如申請專利範圍第10項所述之多晶矽的結晶形成方法，其中該第一雷射加熱製程之雷射能量約為330~450 mJ/cm<sup>2</sup>。

16. 如申請專利範圍第10項所述之多晶矽的結晶形成方法，其中該第二雷射加熱製程之雷射能量係低於該第一雷射加熱製程之雷射能量。

17. 如申請專利範圍第10項所述之多晶矽的結晶形成方法，其中該反射層與該保護層之移除步驟係為一濕式蝕刻法。

18. 一種多晶矽薄膜電晶體之製造方法，至少包含：  
形成一非晶矽層於一基板上；  
對該非晶矽層進行一去氫製程；  
對該非晶矽層進行離子佈植製程，以定義該非晶矽層的源/汲極區；  
形成一介電層於該非晶矽層之上；  
圖案化該介電層以形成複數個接觸窗口，而暴露出該非晶矽層的該源/汲極區之表面；  
形成一源/汲極金屬於該介電層之上與該些接觸窗口中以與該非晶矽層相連接；



#### 六、申請專利範圍

圖案化該源/汲極金屬與該介電層，以形成一開口暴露出該非晶矽層的表面；


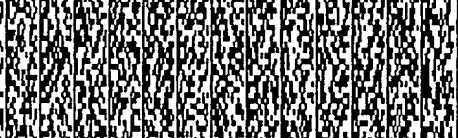
進行一雷射加熱製程，使位於該介電層與該源/汲極金屬之下的該非晶矽層產生結晶成核點並往位於該開口中之該非晶矽層進行長晶，而該非晶矽層轉變成為一多晶矽層；形成一閘氧化層於該開口中；以及形成一閘極金屬於該閘氧化層之上。

19. 如申請專利範圍第18項所述之多晶矽薄膜電晶體之製造方法，其中該源/汲極金屬對該雷射加熱製程所使用之雷射具有反射之能力，以阻擋雷射能量傳至被該源/汲極金屬覆蓋的該非晶矽層上。


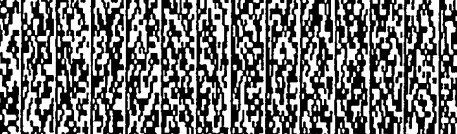




A large, dense, black and white abstract pattern, possibly a high-resolution scan of a textured surface or a complex digital graphic. The pattern consists of numerous small, irregular black shapes and lines scattered across a white background, creating a complex, noisy texture. The overall effect is reminiscent of a high-contrast, grainy image or a heavily textured surface.

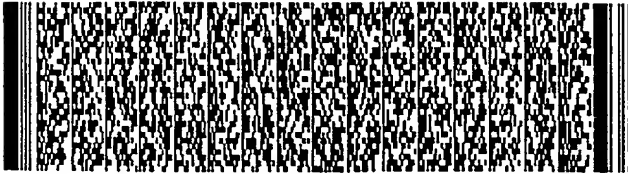


100  
 90  
 80  
 70  
 60  
 50  
 40  
 30  
 20  
 10  
 0  
 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

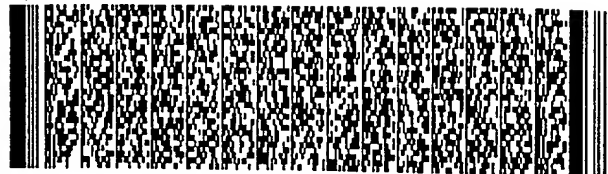


100

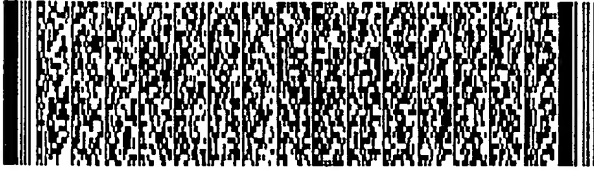
第 10/25 頁



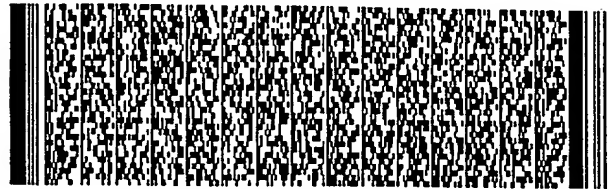
第 11/25 頁



第 11/25 頁



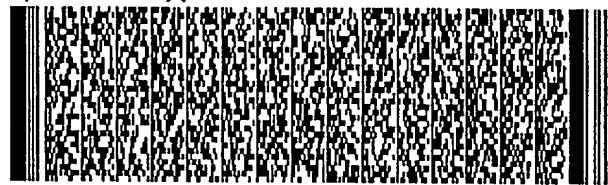
第 12/25 頁



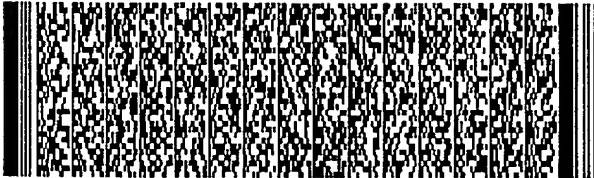
第 12/25 頁



第 13/25 頁



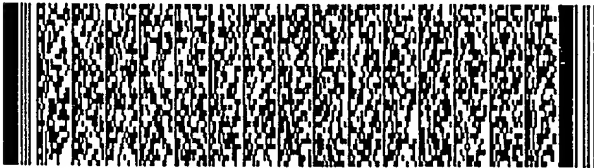
第 13/25 頁



第 14/25 頁



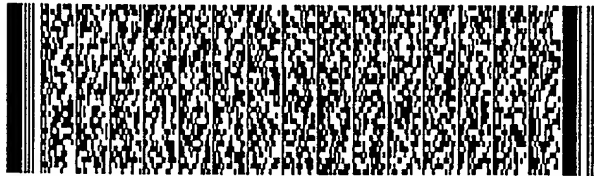
第 14/25 頁



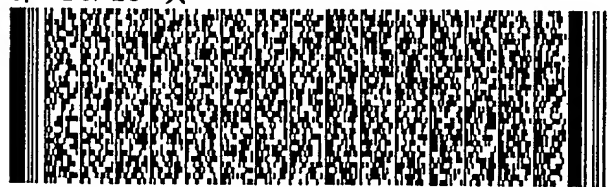
第 15/25 頁



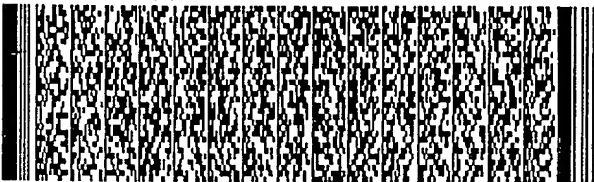
第 15/25 頁



第 16/25 頁



第 16/25 頁



第 17/25 頁



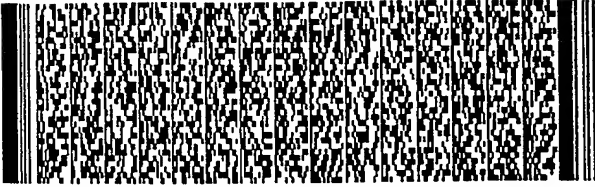
第 17/25 頁



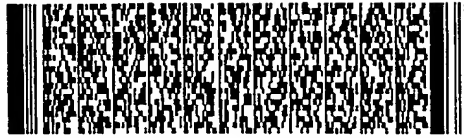
第 18/25 頁



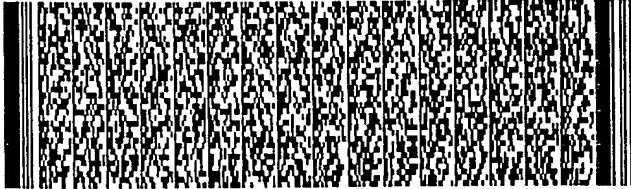
第 18/25 頁



第 19/25 頁



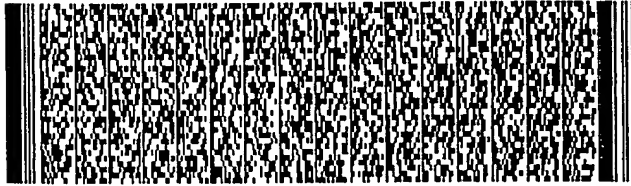
第 20/25 頁



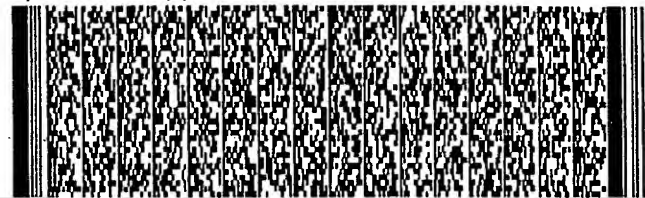
第 21/25 頁



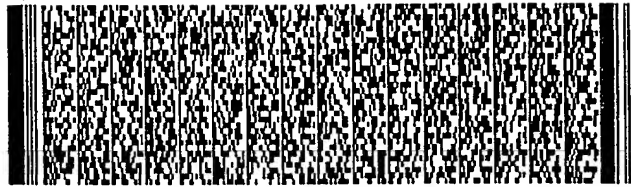
第 22/25 頁



第 23/25 頁

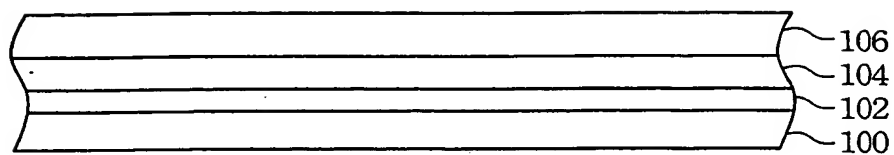


第 24/25 頁

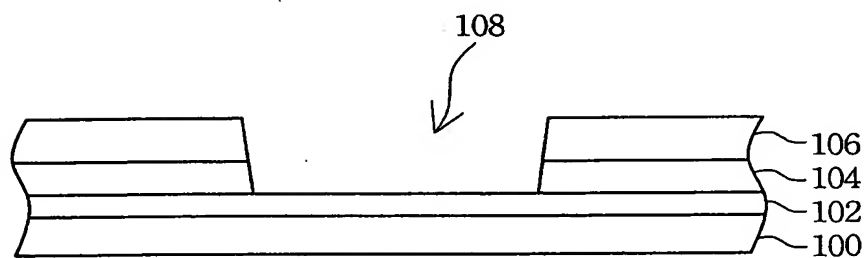


第 25/25 頁

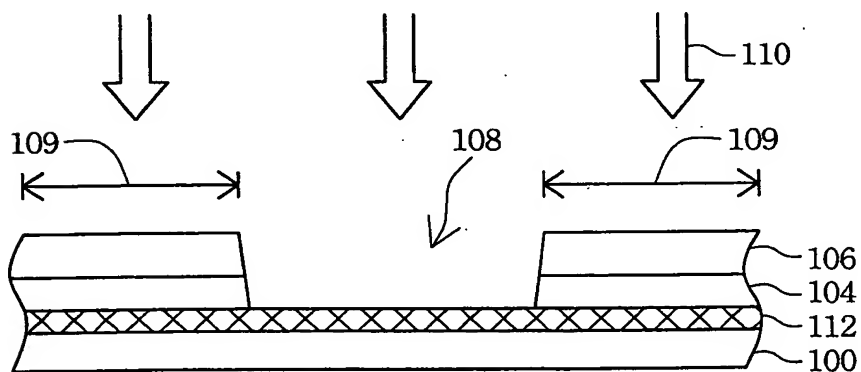




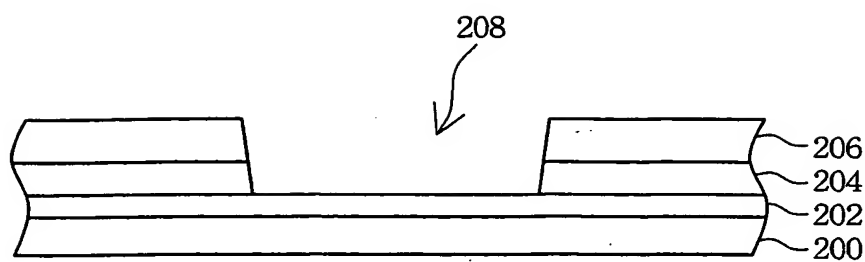
第 1A 圖



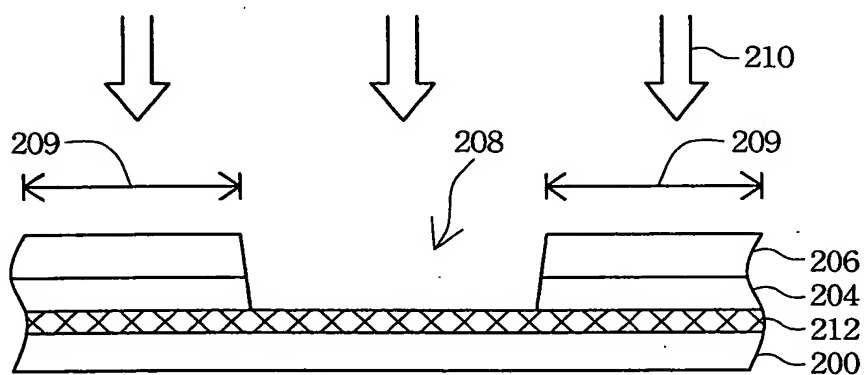
第 1B 圖



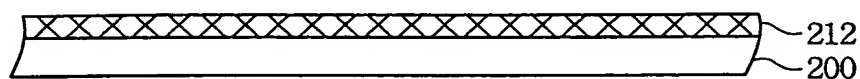
第 1C 圖



第 2A 圖

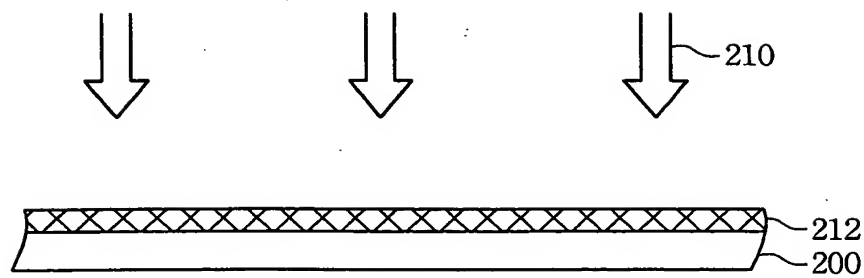


第 2B 圖

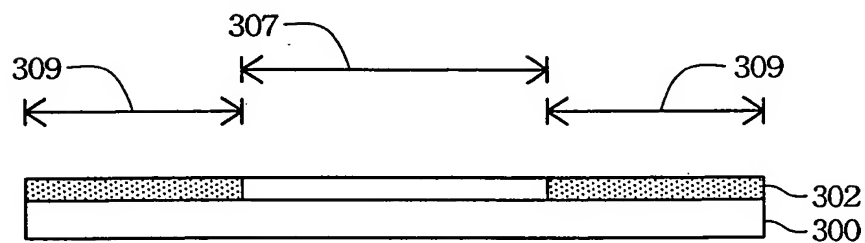


第 2C 圖

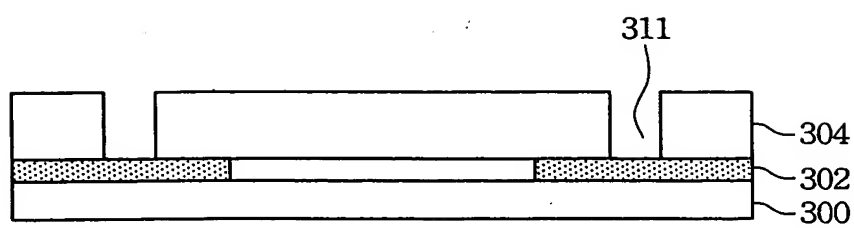




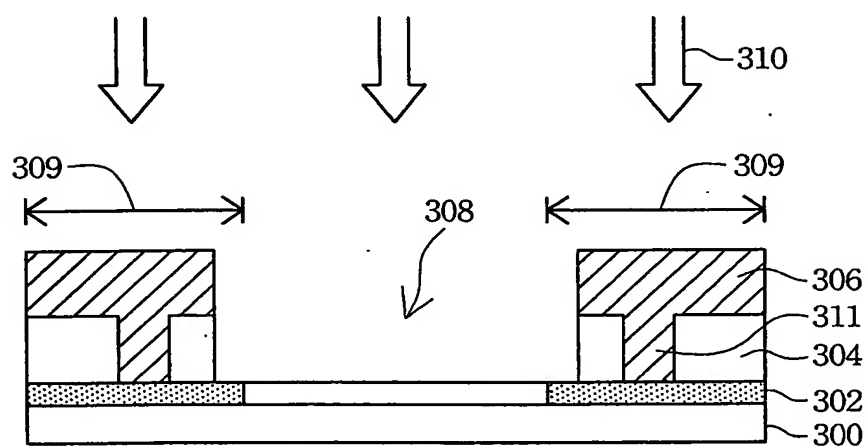
第 2D 圖



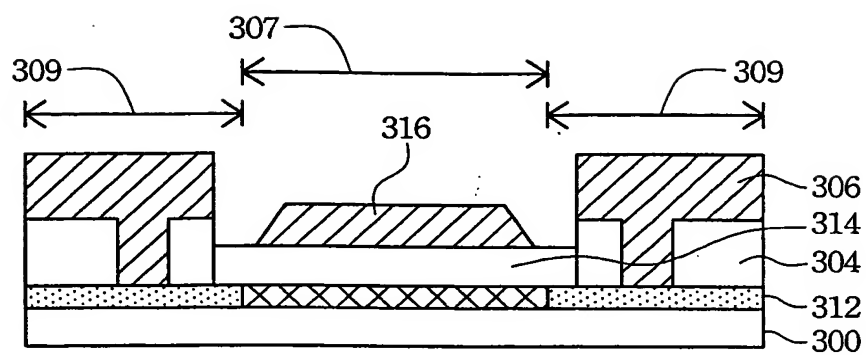
第 3A 圖



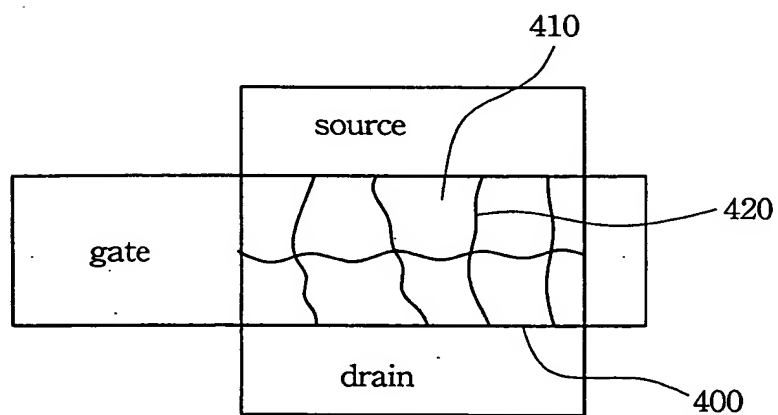
第 3B 圖



第 3C 圖



第 3D 圖



第 4 圖